



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①② **Offenlegungsschrift**  
①⑩ **DE 196 04 642 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 02 K 41/02**  
H 02 K 9/00

②① Aktenzeichen: 196 04 642.4  
②② Anmeldetag: 8. 2. 96  
②③ Offenlegungstag: 14. 8. 97

DE 196 04 642 A 1

⑦① Anmelder:  
Krauss-Maffei AG, 80997 München, DE

⑦② Erfinder:  
Sienz, Michael, 51491 Overath, DE; Stoiber, Dietmar,  
82031 Grünwald, DE; Schwarz, Gerd, 80809  
München, DE

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE-OS	23 20 522
DE	295 01 109 U1
DD	67 169
US	52 58 671
US	48 39 545

⑤④ Linearmotor

⑤⑦ Bei einem Linearmotor wird das Primärteil mittels eines Kühlkreislaufes gekühlt, um die in den stromdurchflossenen Leiterwicklungen entstehenden Verlustwärmemengen abzuführen, damit im Linearmotor nicht die erforderliche Betriebstemperatur überschritten wird. Um einen derartigen Linearmotor so auszubilden, daß dieser im unmittelbaren Arbeitsbereich einer Produktionsmaschine eingesetzt werden kann, ohne daß dessen Funktion durch die im Arbeitsbereich vorkommenden Störeinflüsse unbeeinflussbar ist und ohne daß der Arbeitsbereich durch vom Linearmotor abgegebene Verlustwärme beeinträchtigt wird, wird vorgeschlagen, das Primärteil von einer kühlmitteldurchströmten Kühlplatte einem Kapselungsgehäuse vollkommen zu umschließen, wobei die Kühlplatte das Element darstellt, mit dem das Primärteil an dem zu bewegenden Maschinenteil der Produktionsmaschine befestigt wird.

DE 196 04 642 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf einen Linearmotor gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Linearmotoren werden bei modernen Produktionsmaschinen aufgrund ihrer besonderen Schnelligkeit und Präzision immer häufiger anstelle von konventionellen Rotationsmotoren und deren mechanischen Transmissionsgliedern verwendet, wobei in der Regel das Primärteil des Linearmotors direkt an das zu bewegende Maschinenteil der Produktionsmaschine angekoppelt ist. Im Gegensatz zum Rotationsmotor, der mittels seiner mechanischen Transmissionsglieder aus dem unmittelbaren Arbeitsbereich der Produktionsmaschine verlegt werden kann, ist der Linearmotor den im Arbeitsbereich der Produktionsmaschine gegebenen Einwirkungen, beispielsweise einer intensiven Kühlschmiermittelbeaufschlagung, unmittelbar ausgesetzt. Zum anderen ist der Arbeitsbereich der Produktionsmaschine durch die Abwärme beeinträchtigt, die in den Läuferwicklungen des Primärteils aufgrund des ohmschen Widerstandes in erheblichem Umfang entsteht. Insbesondere bei Produktionsmaschinen, bei denen erhöhte Anforderungen an die Produktionsgenauigkeit gestellt werden, sind zusätzlich eingebrachte Wärmemengen nicht akzeptabel. Es ist zwar grundsätzlich bekannt, die in Primärteilen entstehende Abwärme durch Kühlmittelkreisläufe abzuführen, dergleichen ist es aus der Verkehrstechnik grundsätzlich bekannt, Primärteile von Linearmotoren durch Umhüllungen aus Edelstahlblech vor Umwelteinwirkungen zu schützen. Die vorgeschriebenen bekannten Maßnahmen stellen jedoch nur an den jeweiligen Einsatzzweck angepaßte technische Lösungen dar.

Der vorliegenden Erfindung hingegen liegt die Aufgabe zugrunde, das Primärteil eines Linearmotors als universell einsetzbares Standardfunktionsteil auszubilden, das von im Arbeitsbereich von Produktionsmaschinen gegebenen Störeinflüssen unbeeinflussbar ist und selbst aufgrund thermischer Neutralität ein Motorteil darstellt, das die Temperaturgegebenheiten im Arbeitsbereich der Produktionsmaschine nicht beeinträchtigt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Linearmotors ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Bei dem erfindungsgemäßen Linearmotor ist das Primärteil von der Kühlplatte und dem wannenförmigen Kapselungsgehäuse allseitig umschlossen, so daß dieses Motorteil in seiner Funktion nicht durch die im Arbeitsbereich einer Produktionsmaschine gegebenen Störeinflüsse beeinträchtigt werden kann, wobei jedoch auch sichergestellt ist, daß das Motorteil selbst keine Abwärme in den Arbeitsbereich abgibt.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Eisenkern des Primärteils mit einem eigenen integrierten Kühlmittelkreislauf versehen, wodurch sichergestellt ist, daß der Linearmotor nicht überhitzt und stets auf der richtigen Betriebstemperatur gehalten werden kann. Der in der Kühlplatte vorgesehene zweite, nutzlastseitige Kühlmittelkreislauf hält von der Maschine schädliche Temperaturen fern.

Vorzugsweise sind zu diesem Zweck der Eisenkern des Primärteils und die Kühlplatte durch eine thermische Isolierschicht voneinander getrennt, so daß eine

effizientere und genauere Regelung der Temperaturen der beiden Kühlmittelkreisläufe bewerkstelligt werden kann. Insbesondere läßt sich dadurch die Temperatur der Kühlplatten in engen Grenzen auf dem geforderten neutralen Temperaturniveau halten.

Zur Erhöhung der elektrischen Durchschlagsfestigkeit und zur Ableitung der Verlustwärme aus den Läuferwicklungen können die Hohlräume innerhalb des von der Kühlplatte und dem Kapselungsgehäuse umschlossenen Raumes mit einer festen Vergußmasse oder mit einem Wärmeträgeröl, z. B. Transformatoröl, ausgefüllt sein. Die Belastbarkeit der Läuferwicklungen läßt sich damit steigern.

Vorteilhafterweise ist die Kühlplatte separat mit dem Eisenkern des Primärteils verschraubt, wobei zur Befestigung des gekapselten Primärteils an dem zu bewegenden Maschinenbauteil Schraubhülsen vorgesehen sein können, mit denen einerseits die Kühlplatte und der Eisenkern, gegebenenfalls unter Zwischenlage der Isolierschicht, miteinander verschraubt werden können und die ein Innengewinde aufweisen, das zu im Maschinenbauteil angeordneten Bohrungen fluchtet.

Durch diese Bohrungen sind die Befestigungsschrauben geführt, mit denen andererseits das gekapselte Linearmotorteil mit dem zu bewegenden Maschinenteil verschraubbar ist. Die Befestigungsart mit der Schraubhülse bietet den Vorteil, daß die Befestigungsschrauben nicht direkt mit dem in der Regel aus geschichteten Elektroblech bestehenden Eisenkörper verschraubt sind, sondern in dem festeren Innengewinde der Schraubhülse, so daß sich auch mehrmalige Demontagen des Linearmotortails nicht nachteilig auf die Gewindefestigkeit auswirken können.

Zur Erhöhung der thermischen Neutralität des Linearmotortails kann es vorteilhaft sein, den in form von Strahlungswärme anfallenden Anteil der Verlustwärme durch Strahlbleche abzuführen, die parallel zu den Seiten- und/oder Stirnflächen des Kapselungsgehäuses angeordnet sind. Durch eine thermisch leitende Verbindung der Strahlbleche mit der Kühlplatte, wird die von den Strahlblechen aufgenommene Strahlungswärme in die Kühlplatte eingeleitet und über den darin enthaltenen Kühlmittelkreislauf abgeführt.

Die Erfindung wird nachfolgend in der Zeichnung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 den Querschnitt durch das Primärteil und das Sekundärteil eines an einem Maschinenteil befestigten Linearmotors und

Fig. 2 eine Detailansicht nach Fig. 1 mit einer weiteren Befestigungsart des Primärteils am Maschinenteil.

Die Fig. 1 zeigt den Querschnitt durch ein Primärteil 1 und ein Sekundärteil 2 eines Linearmotors, die beide einen langgestreckten Luftspalt 3 einschließen. Das Primärteil 1 besteht aus einem aus Elektroblechen geschichteten Eisenkörper 4 in dessen dem Sekundärteil 2 zugewandter Unterseite Nuten zur Aufnahme der stromdurchflossenen Leiterwicklungen (nicht dargestellt) angeordnet sind. Die Unterseite des Primärteils 1 wird von der Nutenfläche 5 gebildet.

Durch den Eisenkörper 4 verläuft ein nicht näher dargestellter Kühlmitteldurchströmter Kühlmittelkreislauf, von dem lediglich die Vorlaufleitung 7 und die Rücklaufleitung 8 gezeigt sind.

Der Eisenkörper 4 ist unter Zwischenlage einer thermischen Isolierschicht 9 mit einer Kühlplatte 10 verschraubt, die aus massivem Aluminium besteht und von den Kühlkanälen 11 eines zweiten Kühlmittelkreislaufes

durchsetzt ist. An den Seitenflächen 12 und 13 der Kühlplatte 10 sind unter Zwischenlage eines dünnwandigen Kapselungsgehäuses 14 Strahlebleche 15 und 16 befestigt. Das Kapselungsgehäuse 14 besteht aus Seitenwänden 17 und Stirnwänden 18, wobei von letzteren nur die hintere Stirnwand zu sehen ist. Auf der Unterseite besteht das Kapselungsgehäuse 14 aus einer die Nutenfläche 5 abdeckenden Bodenfläche 19. Das Primärteil 1 wird von der Kühlplatte 10 und dem Kapselungsgehäuse 14 vollständig und vollkommen abgedichtet umschlossen, wobei die Vor- und Rücklaufleitungen 7 und 8 abgedichtet durch das Kapselungsgehäuse 14 nach außen geführt sind.

Das mittels der Kühlplatte 10 und dem Kapselungsgehäuse 14 vollkommen gekapselte Primärteil 1 ist mit Schrauben (nicht dargestellt) mit dem zu bewegenden Maschinenteil 20 einer nicht näher dargestellten Produktionsmaschine verbindbar. Die Schrauben durchsetzen die Bohrungen 21 im Maschinenteil 20 und in der Isolierschicht 9 und sind in im Eisenkörper 4 ausgebildeten Gewindebohrungen 22 einschraubbar.

Da der Eisenkörper 4 schichtweise aus Elektroblechen zusammengesetzt ist, sind die Gewindebohrungen 22 nur in begrenztem Umfang belastbar. Die vorbeschriebene Befestigungsart ist daher nur geeignet, wenn das Primärteil 1 dauerhaft mit dem Maschinenteil 20 verbunden bleiben kann.

Soll die Verbindung jedoch höheren Belastungen standhalten können und mehrmals lösbar sein, beispielsweise zu Wartungszwecken, so ist die in fig. 2 dargestellte Verbindungsmethode geeigneter. Danach erfolgt die Verbindung der Kühlplatte 10 und der Isolierplatte 9 mit dem Eisenkörper 4 des Primärteils 1 über eine Schraubhülse 23, die mit einem Außengewinde 24 in der Gewindebohrung 22 im Eisenkörper 4 verschraubt ist, wobei die Kühlplatte 10 und die Isolierplatte 9 über einen in der Kühlplatte 10 aufliegenden Halterungsrand 25 der Schraubhülse 23 auf die Rückenfläche 6 des Eisenkörpers 4 gepreßt werden.

Die Schraubhülse 23 bleibt ständig mit dem Primärteil 1 verschraubt, wobei die Befestigung mit dem Maschinenteil 20 über Schrauben 26 erfolgt, die in der Bohrung 21 des Maschinenteils 20 abgestützt sind und im Innengewinde 27 der Schraubhülse 23 verschraubt sind. Das aus dem massiven Material der Schraubhülse 23 bestehende Innengewinde 27 ist wesentlich stärker belastbar als ein im geschichteten Eisenkörper 4 ausgebildetes Gewinde.

#### Patentansprüche

1. Linearmotor, mit einem Primär- und einem Sekundärteil, bei dem das Primärteil einen vorzugsweise aus Elektroblechen zusammengesetzten Eisenkern aufweist, in dem in der dem Sekundärteil zugewandten Nutfläche Nuten zur Aufnahme der ein- oder mehrphasigen Läufervicklungen angeordnet sind und der auf der der Nutenfläche gegenüberliegenden Fläche eine ebene Rückenfläche aufweist an der eine von Kühlmittel durchströmte Kühlplatte befestigt ist, mit der das Primärteil an dem mittels des Linearmotors zu bewegenden Maschinenteil befestigbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Primärteil (1) von der Kühlplatte (10) und von einem an der Kühlplatte (10) befestigten Kapselungsgehäuse (14) vollständig umschlossen ist.

2. Linearmotor nach Anspruch 1, dadurch gekenn-

zeichnet, daß das Kapselungsgehäuse (14) aus jeweils zwei zu der Kühlplatte (10) senkrechten Seiten- und Stirnwänden (17, 18) und einer die Nutenfläche (5) abdeckenden Bodenfläche (19) besteht.

3. Linearmotor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Seiten- und Stirnwände (17, 18) des Kapselungsgehäuses (14) an den Seitenflächen (12, 13) der Kühlplatte (10) befestigt sind.

4. Linearmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Kapselungsgehäuse (14) unter Zwischenlage einer Dichtung mit der Kühlplatte (10) verbunden ist.

5. Linearmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Kapselungsgehäuse (14) aus einem dünnwandigem Blech aus unmagnetischem Metall, vorzugsweise aus Edelstahl, besteht.

6. Linearmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Kühlplatte (10) und dem Kapselungsgehäuse (14) eingeschlossenen Hohlräume mit einer festen Vergußmasse ausgefüllt sind.

7. Linearmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Kühlplatte (10) und dem Kapselungsgehäuse (14) eingeschlossenen Hohlräume mit einem Wärmeträgeröl mit hoher elektrischer Durchschlagsfestigkeit, vorzugsweise mit Transformatorenöl, gefüllt sind.

8. Linearmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlplatte (10) aus einer massiven Aluminiumplatte mit einer Stärke von 10–20 mm besteht.

9. Linearmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Primärteil (1) einen mit Kühlmittel durchströmten integrierten Kühlkreislauf (7, 8) besitzt.

10. Linearmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Primärteil (1) und der Kühlplatte (10) eine thermische Isolierschicht (9) angeordnet ist.

11. Linearmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß im Parallelabstand zu den Seiten- und/oder Stirnflächen (17, 18) des Kapselungsgehäuses (14) Strahlebleche (15) angeordnet sind, die mit der Kühlplatte (10) thermisch leitend verbunden sind.

12. Linearmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Befestigungselemente, mit denen die Kühlplatte (10) am Primärteil (1) befestigt ist, Gewindeansätze aufweisen, über die das Primärteil (1) mit dem Maschinenteil (20) verschraubbar ist.

13. Linearmotor nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Befestigungselemente jeweils aus einer Schraubhülse (23) mit Innen- und Außengewinde (27, 24) bestehen, die mit einem Halterungsrand (25) in der Kühlplatte (10) abgestützt und mit dem Außengewinde (24) in der Rückenfläche (6) des Primärteils (1) verschraubt ist, wobei das Innengewinde (27) zu einer im Maschinenteil (20) befindlichen Bohrung (21) fluchtet, die von einer im Innengewinde (27) der Schraubhülse (23) verschraubten Befestigungsschraube (26) durchsetzt ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -



